

## АМАРАНТ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© Офицеров Евгений Николаевич

Ульяновский государственный университет. Ул. Л. Толстого, 42. г. Ульяновск 432600. E-mail: mofitser@mail.uln.ru

**Ключевые слова:** амарант, химический состав, пектины, крахмал, каротиноиды, белок, аминокислоты, медицина, косметика.

### Резюме

Рассмотрен химический состав нового для России растения - амаранта и перспективы его использования. Амарант содержит уникальный по составу белок, крахмал с размером гранул менее 1 мкм, витамины (А, В, С, Е, Р), каротиноиды, в значительных количествах пектин, микро- и макроэлементы, особенно в больших количествах кальций, высоконенасыщенное масло, в составе которого присутствует сквален (до 8%) и ряд других биологически активных веществ. Кратко рассмотрена роль этих веществ в организме и использование их в народной медицине различных континентов.

В настоящее время в мире растительное сырье служит источником получения более трети всех лекарственных веществ (ЛС) и практически всех биологически активных добавок (БАД) к пище. Такое внимание к БАД и ЛС из растений обусловлено ухудшением экологической обстановки и, как следствие, увеличением случаев непереносимости синтетических препаратов и антибиотиков, возникновением побочных явлений при их применении и рядом других факторов.

Как показывает анализ тематики докладов проведенной конференции, большая часть их посвящена использованию новых нетрадиционных для России растений либо в качестве источников биологически активных веществ для фармации, либо компонент БАД. Одним из таких растений является амарант, исследованию которого в последние два десятилетия посвящено более тысячи работ.

Амарант (рис. 1) – ценная кормовая, лекарственная, пищевая, зерновая, овощная и техническая культура. Зеленая масса амаранта, урожайность которой превышает 1000 ц/га, используется в животноводстве в свежем виде, для приготовления силоса, чаще с другими культурами, и для получения белково-витаминной муки и концентратов. По аминокислотному балансу листья амаранта приближаются к листьям люцерны, но превосходят последние по содержанию лизина. Белок листьев амаранта по своему аминокислотному составу близок к идеальному и как следствие имеет высокую пищевую ценность (табл. 1).

Табл. 1. Показатели пищевой ценности различных растительных белков.

Растение	Пищевая ценность белка, в баллах
Амарант	75-78
Кукуруза	44
Пшеница	57
Сорго	47
Ячмень	62
Бобовые	67
Арахис	52
Соя	68
Фасоль	55
Гречкий орех	45
Коровье молоко	72

Достаточно высокая урожайность семян (до 30 ц/га) позволяет получать из них белковый концентрат. По результатам исследований американских ученых использование семян амаранта особенно эффективно при выращивании бройлеров (рис. 2). Причем содержание холестерина в мясе существенно понижается (Лапин А.А., Хирут С.С. и др). Калорийность семян амаранта выше, чем у гречки.

Выдающейся особенностью амаранта является то, что он на одну единицу синтеза сухой массы тратит намного меньше воды по сравнению с другими широко распространенными сельскохозяйственными культурами (табл. 2).

Табл. 2. Затраты воды на синтез 1 г сухой биомассы.

Культура	Затраты воды на 1 г биомассы, г
Люцерна	840
Фасоль	700
Овес	640
Пшеница	550
Ячмень	520
Кукуруза	370
Просо	300
Амарант	260

Из семян амаранта можно получать прекрасное масло, обладающее рядом полезных свойств – бактерицидным, противоопухолевым, противоожоговым. Кроме этого масло содержит до 8% сквалена – высоко ненасыщенного углеводорода. Высокое содержание сквалена в масле гарантирует его эффективное применение как ранозаживляющего и регенерирующего средства в медицине и парфюмерии.



Рис. 1. Наиболее распространенный в России вид амаранта *A. cruentus*.



Рис. 2. Посевы четырех сортов амаранта на одной из американских ферм.

Семена амаранта содержат уникальный крахмал, гранулы которого имеют размер приблизительно 1 мкм с достаточно гладкой поверхностью. Гранулы крахмала других культур в несколько раз больше. Такой размер гранул крахмала делает его перспективным для использования в косметике (R. Saunders, R. Becker, 1984).

Амарант достаточно широко используется в питании населением ряда стран. Молодые листья амаранта богаты белком, каротином, микро- и макроэлементами (по содержанию последних амарант очевидно является чемпионом), витаминами (А, С, Е, рибофлавин, фолиевая кислота, рутин). Зелень амаранта способна выводить радионуклиды и тяжелые металлы из организма.

Некоторые виды амаранта с багряными листьями и повислыми большими метелками используются в качестве декоративных при озеленении городов во многих странах мира. В последние годы их можно встретить и на клумбах наших городов.

История амаранта во многом трагична. До открытия Колумбом Америки зерновой амарант в течение тысячелетий был одним из основных продуктов питания индейцев. Его пищевое значение было также велико как кукурузы и бобов. Однако если две последние культуры были завезены в Европу и получили там широкое распространение, то амарант был запрещен конкистадорами. Можно сказать, что Колумб открыл Америку, но закрыл амарант.

В новое время одним из первых попытался привлечь внимание к амаранту наш соотечественник, академик Н.И. Вавилов после поездки в Мексику в 1930 году. Однако понадобилось еще почти 60 лет, чтобы его планы по интродукции амаранта начали претворяться в жизнь.

Возрождение интереса к амаранту в мире – во многом заслуга ученых Центра Родейла в штате Пенсильвания. Центром был создан коллекционный фонд семян амаранта, технологии его возделывания и некоторых видов переработки.

Сегодня амарантом занимаются во многих странах мира. В магазинах США, Аргентины, Польши можно купить печенье, макароны, хлебцы, пасту, соус, произведенные либо с добавками амаранта, либо полностью из амаранта.

Систематические биохимические исследования амаранта как источника наиболее сбалансированного по незаменимым аминокислотам белка для полноценного развития человека, животных и птицы и биохимических основ интродукции начали интенсивно развиваться в СССР с середины 80х годов И. Магомедовым.

За последние годы исчезли противники этой культуры, созданы и районированы на территории СНГ новые сорта (Стерх, Легинь, Скиф, Ультра, Ацтек, Атлант, Кремовый ранний, Валентина и др.), внесенные в реестры стран, однако, в отличие от других стран, амарант достаточно медленно получает прописку на Российских полях. И это происходит в то время, когда мы покупаем продукты питания и корма за рубежом, хотя имеется культура, которая могла бы обеспечить страну дополнительным количеством качественных кормов и полноценных продуктов питания.

Для успешного использования потенциала растения, как неоднократно отмечалось нами, необходимо развивать комплексную переработку семян и листьев амаранта на нужды не только пищевой и кормовой промышленности.

Амарант в России только тогда станет конкурентноспособным сое и кукурузе, когда один гектар его посевов будет замещать по гектару зерновых, технических и лекарственных культур. Для этого необходимо завершить изучение его химического состава и создать соответствующие технологии переработки семян и листьев стеблевой массы.

В настоящее время практически не используются уникальные возможности амаранта в фитомелиорации, в рекультивации почв, а в этих областях ему нет равных.

Наконец, амарант в генной инженерии может служить прекрасным донором генов для создания новых трансгенных растений с уникальными свойствами. Исследования в этом направлении уже идут. Примером могут служить последние работы индийских ученых по созданию трансгенного картофеля с внедрением гена ответственного за синтез альбумина в амаранте.

После общей характеристики перейдем к более узкой области использования амаранта. Как уже говорилось, амарант, кроме уникального белка, содержит сквален, используемый в медицине и парфюмерии и добываемый из печени акул, в технологически значимых количествах витамин Р (рутин), потребности в котором по РФ составляют около 300 тонн, и который ввозится в Россию, пищевой краситель, незаменимый по качеству крахмал и ряд других практически важных продуктов.

Далее необходимо более подробно остановиться на пектинах.

В пищевой промышленности пектины используются в качестве студнеобразователей при производстве кондитерских изделий – зефира, мармелада, желейных сортов конфет, пастилы, начинок для карамелей.

В консервной промышленности – для улучшения консистенции джемов, фруктовых желе, конфетюров, для сгущения томатного пюре и томатного соуса.

В молочной промышленности как эмульгаторы – в майонезах, сметане, кисло-молочной продукции, в кремах для тортов, мягких сортах мороженого и для консервирования молока.

В хлебопечении как добавка при выпечке нечерствующих сортов хлеба.

Кроме желеобразующих свойств пектины обладают биологически активными свойствами и относятся к веществам, которые усваиваются в организме, так как под действием фермента пектиназы подвергаются гидролизу до простейших компонентов - сахара и тетрагалактуроновой кислоты. Исследованиями установлено, что у здоровых людей выделяется всего лишь 3.5-5% не переваренного пектина. Доказана возможность лечебного использования пектина.

Особый интерес представляет способность пектиновых веществ образовывать нерастворимые комплексные соединения с поливалентными металлами - такими как свинец, кобальт, ртуть, кадмий, хром, цинк, железо и др. Пектины способны связывать и выводить из организма стронций. Так, 1 г пектина способен связать от 160 до 420 мг стронция. При взаимодействии кобальта с пектином в соотношении 1:100 в нерастворимом комплексе может быть связано более чем 90% данного металла.

Следовательно, пектины способны связывать токсичные и радиоактивные металлы в нерастворимые, безвредные комплексы и выводить их из организма человека. Обезвреживающее действие пектинов нашло широкое применение в лечебно-профилактическом питании для предупреждения интоксикаций соединениями тяжелых металлов, особенно неорганическими соединениями свинца, а также при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Согласно рекомендации Минздрава СССР (1979 г.) лицам, подвергающимся действию неорганических соединений свинца и других металлов, с профилактической целью перед началом работы рекомендуется выдавать 2 г пектина, обогащая им консервированные растительные пищевые продукты, фруктовые соки и напитки, или 300 г натуральных фруктовых соков с мякотью.

Учитывая важное пищевое, биологическое и физиологическое значение пектина и клетчатки, рекомендуется совместно использовать их в рационе питания взрослого человека до 25 г в сутки. Недостаток этих важных пищевых веществ может вызвать различные заболевания, особенно желудочно-кишечные.

Мировое производство пектинов составляет примерно 10000 т в год. В бывшем Советском Союзе производилось около 600 т в год на трех предприятиях по получению сухого яблочного пектина в г.г. Бар (Украина), Бендеры и Калининск (Молдова) и на заводе по выработке свекловичного пектина в г. Краснодаре годовой мощностью 70 т пектина в год.

Таким образом, в настоящее время в России производство пектина практически отсутствует. А выше перечисленные заводы работают только на 30-60% паспортной производительности вследствие недостаточного уровня заготовки пектинсодержащего сырья (яблочных выжимок) и изношенности оборудования.

Одним из путей решения проблемы является поиск доступных и дешевых источников пектинсодержащего сырья, внедрение новых технологий экстракции и концентрирования и разработка пищевой продукции, содержащей пектины.

В качестве перспективного сырья может использоваться трава либо жом травы амаранта, образующийся при получении рутина или других практически ценных веществ, в первую очередь белка из зеленой массы. Реализация этих предпосылок позволит получать отечественный пектин в достаточном количестве, поэтому встанет задача по разработке и аттестации пищевой продукции, включающей желирующие.

Одно из древнейших культурных пищевых растений - амарант широко использовалось в народной медицине многих стран мира. Первые упоминания об амаранте как средстве для очищения желудка и кишок можно найти у средневекового армянского врача 16 века Амасияци. Отвар из верхушек *A. cicutentus* (Дубянский, 1918) рекомендовал в качестве эффективного средства от кашля. Позднее отвары листьев *A. retroflexus* и *A. lividus* были рекомендованы от головной боли и опухолей, а корни от желтухи (Сахобитдинов, 1948). Бондаренко (1964) и Золотницкая (1965) сообщают об антибактериальной активности нескольких видов амаранта. Водный настой листьев *A. retroflexus* рекомендован при колитах, кишечных коликах, запорах, а так же как кровоостанавливающее средство (Махлаук, 1967). Семена *A. lividus* эффективны при опухолях, бородавках (Hartwell, 1967) и при укусах змей (Чорга, 1956). Wulf (1969) рекомендовал листья *A. spinosus* в качестве диуретического средства.

Химический состав надземной части амаранта и его семян позволяет прогнозировать широкие возможности использования его в качестве источника получения ряда субстанций для изготовления готовых лекарственных средств различных фармакологических групп. Так, некоторые виды амаранта содержат до 3% рутина или витамина Р (Хазиев, Офицеров, 1990), который используется для получения аскорутина, флакарбина, кверсалолола, анавенола, аскорутина, троксевазина, входит в состав различных поливитаминов. Флавоноиды растений, к которым относится и рутин, образуют группу витамина Р, обладающего способностью (особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой) уменьшать проницаемость и ломкость капилляров. Флавоноиды, а их известно около 4 тысяч, ответственны за окраску листьев, цветов и стеблей многих растений. Флавоноиды содержатся чаще всего в виде гликозидов во многих растениях, но в качестве лекарственных средств практическое значение приобрели только два: рутин и кверцетин.

Нет других лекарственных средств, которые рекомендуются к применению при лечении такого количества различных заболеваний и в то же время практически не прописываются больным врачами.

Препараты витамина Р применяют для профилактики и лечения гипо- и авитаминоза Р, при заболеваниях, сопровождающихся нарушением проницаемости сосудов, геморрагических диатезах, кровоизлияниях в сетчатку глаза, капилляротоксикозах, лучевой болезни, эндокардите, ревматизме, гломерулонефрите, гипертонической болезни, арахноиде, аллергических заболеваниях, кори, скарлатине, сыпном тифе, тромбоцитопенической пурпуре, а также для профилактики и лечения поражений капилляров, связанных с применением антикоагулянтов и салицилатов (Машковский М.Д.) Кроме этого, флавоноидам суждено стать стандартной частью лечения рака, сердечно-сосудистых и воспалительных заболеваний.

В природе флавоноиды выступают одной командой с витамином С - аскорбиновой кислотой. Аскорбат защищает флавоноиды от разрушения, давая возможность проявлять им свои целебные свойства. Взамен они наделяют витамин С лечебными свойствами, которых бы у него в противном случае не было. В качестве примера можно привести результаты одного исследования, о котором пишет Р. Аткинс. Витамин С и флавоноид цитрусовых по отдельности не оказывали никакого воздействия на климактерические симптомы, тогда как вместе они устраняли горячие приливы у большинства из 94 наблюдаемых. Рутин (3-рутинозид кварцетина или 3-рамноглокозил-3,5,7,3,4-пентаоксафлавоин) содержится в листьях руты пахучей (откуда и получил свое название и других растений. Для фармакопей добывается из софоры японской (*Sophora japonica*), семейства бобовых. Зеленовато-желтый мелкокристаллический порошок без вкуса и запаха. Практически нерастворим в воде, растворим в разбавленных растворах едких щелочей и спирте. Рутиниспользуется при лечении глаукомы (Р. Аткинс). Гидролизом рутина получают кверцетин. Вторым перспективным соединением является пектин, использование которого для выведения радионуклидов и тяжелых металлов из организма широко известно. Комплекс пектина с йодом проявляет бактерицидные свойства, обладает пролонгированным действием и может использоваться в качестве антисептика (Михеева, Офицеров, 1998). Известно, что растворимая клетчатка, содержащая в основном пектин, достоверно снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови. Аналогичным действием обладает и пектин амаранта (Хируг, Лапин и др., 1998). Пектины амаранта обладают и протективным действием (Ашаева, Хазиев и др. 1996).

В пищевой промышленности пектины используются в качестве студнеобразователей при производстве кондитерских изделий – зефира, мармелада, желейных сортов конфет, пастилы, начинок для карамелей. В консервной промышленности – для улучшения консистенции джемов, фруктовых желе, конфетуров, для сгущения томатного пюре и томатного соуса. В молочной промышленности как эмульгаторы – в майонезах, сметане, кисло-молочной продукции, в кремах для тортов, мягких сортах мороженого и для консервирования молока. В хлебопечении как добавка при выпечке нечерствеющих сортов хлеба.

Кроме желирующих свойств пектины обладают биологически активными свойствами и относятся к веществам, которые усваиваются в организме, так как под действием фермента пектиназы подвергаются гидролизу до простейших компонентов - сахара и тетрагалактуроновой кислоты. Исследованиями установлено, что у здоровых людей выделяется всего лишь 3.5-5% непереваренного пектина. Доказана возможность лечебного использования пектина.

Особый интерес представляет способность пектиновых веществ образовывать нерастворимые комплексные соединения с поливалентными металлами - такими как свинец, кобальт, ртуть, кадмий, хром, цинк, железо и др. Пектины способны связывать и выводить из организма стронций. Так, 1 г пектина способен связать от 160 до 420 мг стронция. При взаимодействии кобальта с пектином в соотношении 1:100 в нерастворимом комплексе может быть связано более чем 90% данного металла.

Следовательно, пектины способны связывать токсичные и радиоактивные металлы в нерастворимые, безвредные комплексы и выводить их из организма человека. Обезвреживающее действие пектинов нашло широкое применение в лечебно-профилактическом питании для предупреждения интоксикаций соединениями тяжелых металлов, особенно неорганическими соединениями свинца, а также при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Согласно рекомендации Минздрава СССР (1979 г.) лицам, подвергающимся действию неорганических соединений свинца и других металлов, с профилактической целью перед началом работы рекомендуется выдавать 2 г пектина, обогащая им консервированные растительные пищевые продукты, фруктовые соки и напитки, или 300 г натуральных фруктовых соков с мякотью. Учитывая важное пищевое, биологическое и физиологическое значение пектина и клетчатки, рекомендуется

совместно использовать их в рационе питания взрослого человека до 25 г в сутки. Недостаток этих важных пищевых веществ может вызвать различные заболевания, особенно желудочно-кишечные.

Мировое производство пектинов составляет примерно 10000 т в год. В бывшем Советском Союзе производилось около 600 т в год на трех предприятиях по получению сухого яблочного пектина в г. Бар (Украина), Бендеры и Калининск (Молдова) и на заводе по выработке свекловичного пектина в г. Краснодаре годовой мощностью 70 т пектина в год.

Таким образом, в настоящее время в России производство пектина практически отсутствует. А выше перечисленные заводы работают только на 30-60% паспортной производительности вследствие недостаточного уровня заготовки пектинсодержащего сырья (яблочных выжимок) и изношенности оборудования.

Одним из путей решения проблемы является поиск доступных и дешевых источников пектинсодержащего сырья, внедрение новых технологий экстракции и концентрирования и разработка пищевой продукции, содержащей пектины.

В качестве перспективного сырья может использоваться трава либо жом травы амаранта, образующийся при получении рутин или других практически ценных веществ, в первую очередь белка из зеленой массы. Реализация этих предпосылок позволит получать отечественный пектин в достаточном количестве, поэтому встанет задача по разработке и аттестации пищевой продукции, включающей желирующие добавки.

Листевая часть амаранта содержит свыше 10% Са (Зеленков, 2000) и может использоваться в качестве источника биогенного кальция и антагониста средства (Офицеров, Зеленков 2000). Семена амаранта содержат значительные количества уникального соединения неопределяемой природы - сквалена, роль которого в организме нами до конца не осознана. Сквален был впервые выделен в виде жирного маслянистого вещества из печени достаточно редкого вида глубоководной акулы. Акулы используют его, чтобы обходиться на большой глубине небольшим количеством кислорода.

Сквален в небольших количествах присутствует и в человеческом теле. Главным образом, в коже. В Германии, Японии, Кореи и других странах используются добавки сквалена при лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца, высокого уровня холестерина в крови, заболеваний печени и кожных болезней.

Ежедневный прием 860 мг сквалена усиливал способность антихолестеринных препаратов снижать концентрации ЛНП-холестерина и повышать содержание ЛВП-холестерина в крови (Chan P.) По данным Р.Аткинса, сквален противодействует канцерогенным веществам, бактериям, грибкам, вирусу герпеса, вирусу Эйнштейна-Барра, а также таким аутоиммунным заболеваниям, как лейкоз. Мыши, подвергшиеся смертельным дозам радиации, оставались дольше живыми, когда им давали сквален (Storm H. et al.).

Высокое содержание сквалена в нашей коже служит достаточным доказательством его необходимости для этого органа. Сквален помогает коже удерживать влагу, делая ее гладкой и упругой. Но основное его достоинство заключается в способности защищать кожу от ультрафиолетового излучения, а если учесть его противораковые и иммуностимулирующие свойства, то и от рака кожи. Несомненно, широкое использование сквалена в медицине, косметологии и в диетическом питании впереди. И расширение спектра его применения напрямую связано с доступными источниками выделения или химическим синтезом.

Ценность оливкового масла обусловлена не только уникальным спектром жирных кислот, но и наличием сквалена. Как свидетельствуют результаты многочисленных исследований, масло амаранта в ближайшее время может стать одним из основных источников сквалена. Изучение противоопухолевых свойств амарантового масла расширяет области его применения, наряду с использованием при лечении рака, сердечно-сосудистых заболеваний и коррекции иммунного статуса.

На базе масла амаранта, отличающегося уникально высоким содержанием сквалена, предложены такие лекарственные формы как 10% эмульсия "олеогель", в качестве средств лечения и профилактики язвы желудка и 12-перстной кишки, а также для заживления ран. Выявлено высокое цитопротекторное действие амарантового масла. (Панасюк и др. 1996). Амарантовое масло можно применять и при ожогах (Миросниченко, 1994).

В природе существует свыше 600 этих растительных пигментов, но населению чаще всего известен один - бета-(β)-каротин. Люди с более высокими уровнями β-каротина обладают впечатляющей устойчивостью к целому ряду заболеваний: рака, сердечно-сосудистых и дегенеративных болезней. Поэтому были разработаны методы синтеза синтетического β-каротина и построены заводы по его производству. Однако, как пишет Р. Аткинс, "синтетический β-каротин оказался величайшим провалом со времени победы Трумена над Дьюном".

Почему природный β-каротин оказывает столь впечатляющее действие по сравнению с синтетическим? Ответ достаточно прост. Каротиноиды представляют собой комплекс питательных веществ, которые лучше действуют сообща. Их терапевтическая ценность определяется наиболее слабым звеном и перегрузка одним из них может поставить под угрозу действие всех остальных каротиноидов. Недостаток бета-каротина в крови обнаружен у больных СПИДом (Branowitz S.A. et al., Omene J.A.). Защитное действие β-каротина распространяется на многие виды рака, в особенности на опухоли легких, желудка и молочной железы. (Dorgan I.F. et al.).

Обнаружено защитное действие β-каротина у больных стенокардией. Известно также, что β-каротин повышает содержание в крови ЛВП-холестерина, который выполняет защитные функции (Gester H.).

Кроме β-каротина отдельно необходимо несколько слов сказать о двух других каротиноидах: мотеине и зеаксантине, которые сосредоточиваются в желтом пятне - центре зрения на задней стороне сетчатки и выполняют защитные функции. Вследствие своей желтой окраски эти каротиноиды особенно специализированы на поглощении синих лучей светового спектра. Кроме этого, мотеин, в силу своей химической природы, лучше β-каротина предотвращает повреждающее действие свободных радикалов на жиры внутри глаз. Эти два каротиноида не только способны предупреждать образование катаракты (Jacques P. et al.), но также могут на 57% снизить риск вырождения желтого пятна - повреждения центрального зрения, ответственного примерно за одну треть всех ежегодно появляющихся новых случаев слепоты (Watson R.R. et al.). Один из этих каротиноидов был выделен из надземной части амаранта и охарактеризован (Хазиев Р.Ш.).

Действие пектина амаранта на изолированное сердце крысы исследовал Т. Дэсалень (1997).

Учитывая уникальный аминокислотный состав белков амаранта и крахмала, перспективным направлением использования муки амаранта может стать приготовление на ее основе питательных сред для выращивания патогенных микроорганизмов.

Мука амаранта достаточно широко используется для изготовления диетических продуктов и продуктов лечебного питания во многих странах мира. Перспективным может оказаться использование при изготовлении различных дражированных форм витаминов и лекарств пищевого красителя амарантина, технологию получения которого разработали В. Гинс и П. Кононков (1998). В диагностике могут оказаться полезными и лектины амаранта, исследованием которых занимаются несколько научных групп.